

EP 28767

(4)

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 755 555

②1 N° d'enregistrement national : 96 13710

⑤1 Int Cl<sup>6</sup> : H 04 B 10/00, H 04 M 1/00

⑫

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 05.11.96.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la  
demande : 07.05.98 Bulletin 98/19.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : ETABLISSEMENTS DEBREANE  
SOCIETE ANONYME — FR.

⑦2 Inventeur(s) : RAYMOND JACQUES et QUINONES  
JEAN MARIE.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire : BEAU DE LOMENIE.

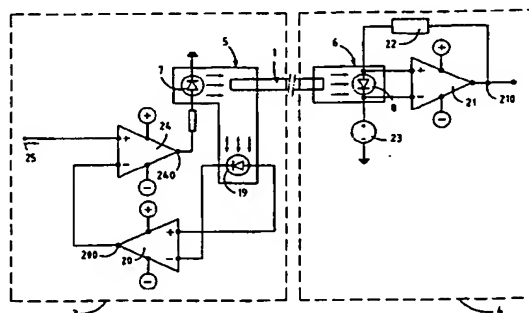
⑤4 INTERFACE DE RACCORDEMENT TELEPHONIQUE A HAUTE ISOLATION.

⑤7 La présente invention a pour objet une interface de  
raccordement téléphonique à haute isolation, et plus générale-  
ment les dispositifs de transmission de signaux, parti-  
culièrement de signaux analogiques.

Un dispositif de transmission de signaux par fibres opti-  
ques (1, 2) entre deux équipements (3, 4) éloignés l'un de  
l'autre, comporte:

- au moins un premier équipement (3) équipé d'un émet-  
teur (5) optoélectronique asservi, qui est muni d'une diode  
électroluminescente (LED) (7),

- au moins un deuxième équipement (4) équipé d'un ré-  
cepteur (6) optoélectronique, qui est muni ou essentielle-  
ment constitué par une photodiode (8).



FR 2 755 555 - A1



## Interface de raccordement téléphonique à haute isolation.

La présente invention a pour objet une interface de raccordement téléphonique à haute isolation, et plus généralement les dispositifs de transmission de signaux, particulièrement de signaux analogiques.

La demande de brevet FR-A-2.685.582 (COM 1) décrit un circuit optoélectronique de transmission de signaux à haute isolation mettant en oeuvre un ou plusieurs optocoupleurs polarisés en inverse, et une interface d'adaptation au réseau téléphonique commuté, intégrant ce circuit ; l'optocoupleur comprend une diode électroluminescente et un phototransistor polarisé en inverse qui est excité par le flux lumineux provenant de la diode ; le flux lumineux est transmis de la diode électroluminescente au phototransistor directement dans le cas où les deux composants sont dans un même boîtier électronique, ou bien en utilisant des guides d'ondes tels que des fibres optiques ; selon ce document, la polarisation en inverse du phototransistor permet l'obtention d'un signal électrique de sortie qui est une fonction linéaire du courant traversant la diode électroluminescente.

La demande de brevet FR 2.560.726 (CONNAN et al) décrit un dispositif de protection contre des perturbations électriques entre un terminal et une ligne téléphonique, dans lequel une première interface qui est raccordée au terminal et alimentée par le secteur, et une deuxième interface raccordée à la ligne téléphonique et téléalimentée, sont reliées par deux ou trois moyens de transmission ; chaque moyen de transmission comporte un photoémetteur tel qu'une LED émettant dans le proche infrarouge (environ 950 nanomètres) qui est polarisée par un courant continu modulé et fonctionne en régime linéaire ; chaque moyen de transmission comporte en outre un guide optique de quelques dizaines de centimètres de long assurant une isolation supérieure à 300 kilovolts entre les interfaces électriques, et constitué par un tube isolant ou par des fibres optiques ; chaque moyen de transmission comporte également un photorécepteur tel qu'un phototransistor ou une photodiode.

La présente invention a pour objet de proposer un système amélioré (particulièrement en termes de dynamique et de linéarité) de transmission de signaux analogiques utilisant des dispositifs optoélectroniques d'émission et de réception disposés à chaque  
5 extrémité d'une (ou plusieurs) fibre(s) optique(s).

Un objectif de l'invention est de proposer un système de transmission de signaux analogiques par fibre optique entre un premier boîtier (ou équipement) et un deuxième boîtier (ou équipement), qui sont reliés par fibre optique et qui sont éloignés l'un de l'autre, par  
10 exemple distants d'une valeur au moins égale à plusieurs mètres et généralement inférieure à 5 000 mètres, qui permette d'assurer une transmission des signaux analogiques avec une très bonne linéarité, une très bonne dynamique et une très bonne stabilité des performances vis-à-vis de la température ambiante, et l'humidité et du vieillissement des  
15 composants ; en effet, on constate généralement une dérive (qui peut être élevée) au cours du temps, des caractéristiques ou performances (telles que la fonction de transfert d'un photoémetteur entre un signal électrique d'entrée et le signal lumineux résultant en sortie) des composants optoélectroniques et des fibres optiques.

Un objectif de l'invention est de procurer un système de  
20 raccordement « transparent » d'un ou plusieurs postes téléphoniques à un réseau téléphonique commuté (analogique), qui permette un niveau très élevé d'isolation entre le poste d'abonné et l'installation du réseau téléphonique commuté, la liaison de transmission de signaux entre le  
25 poste d'abonné et le réseau téléphonique devant pouvoir supporter une tension crête de plusieurs centaines de milliers de volts, de préférence au moins 750 000 volts.

Un objectif de l'invention est de procurer de telles liaisons dont le coût soit réduit et dont l'installation et l'entretien soient facilités.

30 Un objectif de l'invention est de procurer un dispositif de raccordement d'un terminal (téléphonique notamment) à une ligne (téléphonique notamment) d'un réseau de télécommunication, qui assure un niveau élevé d'isolation électrique entre le réseau et le (ou les)

terminal(terminaux), et dont la partie formant interface avec le réseau soit téléalimentée par celui-ci, et par conséquent consomme très peu d'énergie.

Selon un premier aspect, l'invention consiste à utiliser un premier  
5 transducteur optoélectronique asservi qui délivre en sortie des signaux  
lumineux analogiques proportionnels aux signaux électriques  
analogiques délivrés à l'entrée du transducteur, à utiliser une fibre  
optique (de préférence plastique) pour transmettre les signaux lumineux  
analogiques délivrés par le premier transducteur optoélectronique et à  
10 utiliser un deuxième transducteur optoélectronique pour transformer  
linéairement les signaux lumineux analogiques transmis par la fibre  
optique en signaux électriques analogiques ; lorsque lesdits premier et  
deuxième transducteurs sont respectivement prévus dans un premier et  
dans un deuxième boîtier (ou équipement), l'invention permet d'assurer  
15 à moindre coût une liaison de transmission linéaire de signaux  
électriques analogiques permettant une haute isolation entre les deux  
boîtiers (ou équipements).

L'invention permet d'utiliser des transducteurs optoélectroniques  
(émetteurs et récepteurs de signaux lumineux) existant dans le  
20 commerce, qui sont généralement prévus pour la transmission de  
signaux numériques, pour la transmission de signaux analogiques, sans  
prévoir de dispositif de conversion des signaux analogiques en signaux  
numériques, ni dispositif de conversion des signaux numériques en  
signaux analogiques.

25 Selon un aspect, l'invention procure un dispositif de transmission  
(monodirectionnelle ou bidirectionnelle) de signaux (numériques ou  
plus particulièrement analogiques) par une ou plusieurs fibres optiques  
entre deux équipements éloignés l'un de l'autre, chaque équipement  
comportant au moins un transducteur optoélectronique à semi-  
30 conducteur, dans lequel :

- au moins un premier équipement comporte un émetteur  
optoélectronique apte à délivrer un flux lumineux variable en réponse à  
un signal analogique d'entrée qui est muni et/ou essentiellement

constitué par une diode électroluminescente (LED), lequel équipement comporte une boucle d'asservissement du flux lumineux émis par l'émetteur, à une valeur de consigne constituée par (ou correspondant à) un signal électrique à transmettre,

- 5           - au moins un deuxième équipement qui comporte un récepteur optoélectronique apte à délivrer un signal électrique analogique en sortie, qui est muni et/ou essentiellement constitué par une photodiode, de manière à assurer une transmission de signaux (téléphoniques par exemple) à moindre coût, en assurant une bonne linéarité, une
- 10 grande dynamique et une grande stabilité dans le temps de la transmission et permettant d'assurer une isolation diélectrique élevée entre les deux équipements, lequel dispositif de transmission est en outre très peu sensible aux perturbations magnétiques et électromagnétiques.

- 15           Selon des modes préférentiels de réalisation :

- on utilise des fibres optiques qui sont en matière plastique et dont l'atténuation (pour une longueur d'onde voisine de 650 nanomètres par exemple) est inférieure ou égale à 200 décibels par kilomètre ;
- 20           - la LED est apte à émettre une lumière rouge visible ou dans le domaine du proche infrarouge, de préférence dans une gamme de longueur d'ondes allant de 600 à 700 nanomètres, par exemple voisine de 650 nanomètres ;
- la sensibilité de la photodiode de type PIN est maximale entre
- 25 600 et 1 000 nanomètres ; par exemple la sensibilité est maximale entre 800 et 900 nanomètres ;
- ladite photodiode est connectée à un organe (actif) convertisseur de courant en tension, essentiellement constitué par un amplificateur opérationnel associé à une résistance de contrôle de gain dans un
- 30 montage « transimpédance », ce qui permet d'obtenir une impédance de charge de la photodiode qui est faible, généralement inférieure à 100  $\Omega$  (OHM), de préférence comprise entre 0,1  $\Omega$  et 10  $\Omega$ , par exemple voisine

de 1  $\Omega$ , et ce qui permet d'améliorer la linéarité, la dynamique et la stabilité du dispositif ;

- ledit émetteur est muni en outre d'une photodiode de contrôle du flux lumineux émis par la diode électroluminescente, laquelle  
5 photodiode de contrôle est de préférence connectée à un amplificateur opérationnel dont la sortie est appliquée à une borne (négative) d'un amplificateur opérationnel alimentant l'émetteur, pour former une boucle de contre-réaction négative améliorant considérablement la linéarité, la stabilité et la dynamique de la transmission des signaux.

10 Selon un autre aspect, l'invention procure un transducteur optoélectronique à semi-conducteur, qui comporte :

- un émetteur optoélectronique asservi essentiellement constitué par une diode électroluminescente,

- un récepteur optoélectronique essentiellement constitué par une  
15 photodiode,

- une cavité apte à recevoir une extrémité d'une ou plusieurs fibre(s) optique(s) ; ladite photodiode est disposée pour être sensible au flux lumineux émis par ladite diode électroluminescente, de manière à délivrer un signal de sortie (de la photodiode) variable en fonction  
20 dudit flux lumineux émis par la diode électroluminescente, pour permettre de contrôler et/ou d'asservir ledit émetteur à une valeur de consigne correspondant au signal électrique à transmettre, afin d'améliorer particulièrement la dynamique, la linéarité, la stabilité en (ou immunité aux variations de) température et la stabilité dans le  
25 temps du transducteur.

Selon des modes préférentiels de réalisation :

- ledit transducteur comporte un boîtier muni d'au moins trois cavités, à savoir notamment :

- une première cavité apte à recevoir ledit émetteur,

30 - une deuxième cavité apte à recevoir ledit récepteur constitué par une photodiode de type PIN,

- et ladite troisième cavité apte à recevoir l'extrémité de la fibre optique plastique, lesquelles première et deuxième cavité communiquent et lesquelles première et troisième cavité communiquent ;

- lesdites cavités sont en forme de logement cylindrique débouchant sur une face au moins du boîtier ; lesdites première et troisième cavités recevant respectivement ladite diode électroluminescente et ladite extrémité de fibre optique plastique sont alignées et/ou coaxiales, et ladite deuxième cavité recevant ladite photodiode est sensiblement perpendiculaire auxdites première et troisième cavité ;

- ledit boîtier est réalisé en métal et/ou en matière plastique et est muni de premières zones (ou parties) traitées dans la masse ou en surface pour assurer une réflexion minimale du flux lumineux émis par ladite diode électroluminescente et est doté de deuxièmes zones (ou parties) traitées en surface et/ou dans la masse pour assurer une réflexion maximale dudit flux lumineux émis par ladite diode électroluminescente.

Selon un autre aspect, l'invention procure une interface ou dispositif de raccordement d'un ou plusieurs terminaux à un réseau de télécommunication, particulièrement pour réseaux téléphoniques commutés de type analogique, qui comporte :

- un premier boîtier apte à être raccordé à au moins un terminal (disposé sur un site abonné) et un deuxième boîtier apte à être raccordé audit réseau, chacun desdits premier et deuxième boîtiers étant équipé d'un émetteur essentiellement constitué par une diode électroluminescente et d'un récepteur essentiellement constitué par une photodiode,

- un support de signaux lumineux reliant lesdits premier et deuxième boîtiers, comportant au moins deux fibres optiques, dans lesquels lesdits émetteurs sont asservis.

Selon des modes préférentiels de réalisation :

- la photodiode est de type PIN ;

- l'un au moins desdits premier ou deuxième boîtiers comporte un contrôleur numérique, de préférence de type RISC, c'est-à-dire à nombre d'instructions limité ;

- les fibres optiques sont en matière plastique ;

5       - ladite interface comporte un générateur de signaux de contrôle et un moyen d'émission desdits signaux de contrôle par un émetteur optoélectronique du premier boîtier, un dispositif de détection desdits signaux de contrôle transmis par lesdites fibres optiques, et un moyen de renvoi (de réémission) desdits signaux de contrôle détectés par le  
10 récepteur du deuxième boîtier à destination du premier boîtier, et un moyen de modification du gain d'un amplificateur d'entrée de l'émetteur du premier boîtier, ainsi que du gain d'un amplificateur de sortie du récepteur du premier boîtier, de manière à contrôler la calibration et/ou l'atténuation des transducteurs optiques dans chaque  
15 sens de communication et de manière à maintenir un gain constant (déterminé) pour le système de transmission de signaux dans son ensemble ; le deuxième boîtier (côté réseau) qui ne dispose que de peu d'énergie, se limite à reconnaître et renvoyer les signaux de contrôle, alors que le premier boîtier (côté terminal) les génère et pilote son  
20 émetteur et son récepteur afin de maintenir le gain constant ; lui seul dispose d'intelligence (micro contrôleur RISC) et gère l'interface téléphonique (se reporter à la figure 5) ; cette différence permet la simplification extrême du deuxième boîtier (côté ligne) et donc sa télé-alimentation ;

25       - ledit dispositif comporte une source de polarisation fournissant une tension de polarisation de préférence variable ou commutée, ce qui permet de passer d'un mode d'utilisation de la photodiode de type « photoconducteur » à un deuxième mode d'utilisation de la photodiode du type « photovoltaïque », c'est-à-dire avec une tension de polarisation  
30 sensiblement nulle ;

- la longueur desdites fibres optiques plastiques est comprise entre 5 et 500 mètres, et l'un au moins des boîtiers est téléalimenté (par le



réseau téléphonique) sous une tension faible (inférieure à 10 volts) et consomme peu, de l'ordre de 5 à 50 milliwatts généralement.

L'utilisation de fibres optiques (en plastique, verre ou silice) permet d'assurer une transmission de signaux analogiques avec une forte  
5 immunité aux perturbations électriques, magnétiques et électromagnétiques, et permet d'assurer un isolement électrique à de très fortes tensions entre les deux extrémités de la liaison ; cette utilisation de fibres optiques permet en outre une résistance importante du dispositif aux environnements agressifs tels que les atmosphères  
10 déflagrantes, les milieux humides ou chimiquement nocifs.

L'utilisation de fibres optiques en plastique, par opposition aux fibres de verre (à base de silice), permet de procurer une installation dont le coût est très faible et qui est très facile à installer et à maintenir ; en effet, notamment, il est possible d'utiliser une seule fibre  
15 pour une liaison monodirectionnelle ou bien deux fibres pour une liaison bidirectionnelle par exemple, et le raccordement des fibres et leur liaison mécanique à l'émetteur et au récepteur optoélectronique se fait très simplement par une simple liaison mécanique ; leur mise en oeuvre ne nécessite pas ou très peu d'outillage particulier (une simple  
20 pince coupante suffit) et de technique particulière.

L'utilisation de fibres optiques en plastique est particulièrement favorable à la transmission de signaux analogiques de fréquence inférieure à 200 kilohertz, sur une distance généralement inférieure à 500 ou 1 000 mètres.

25 L'utilisation de fibres de verre (ou silice) dont l'atténuation est nettement plus faible que celle des fibres plastiques sera généralement réservée à la transmission à plus grande distance de signaux de fréquence plus élevée, notamment de signaux numériques.

Un inconvénient important des fibres optiques plastiques, à  
30 savoir une atténuation forte due à des pertes optiques élevées, peut être contourné par la sélection d'une fibre optique plastique de qualité suffisante d'une part, et d'autre part par des techniques particulières

d'émission de signaux et de réception des signaux par des dispositifs optoélectroniques conformes à l'invention.

De préférence, on utilisera donc comme détecteur optoélectronique une photodiode de type PIN qui sera utilisée dans un mode de fonctionnement dit photo-ampèremétrique, afin d'éviter les défauts de linéarité provoqués par ce type de composants lorsqu'on les utilise en mode photovoltaïque et afin d'éviter l'inconvénient d'instabilité en température notamment, caractéristique d'une utilisation en mode photoconducteur (avec une tension de polarisation), grâce à un montage à transimpédance à masse virtuelle.

L'utilisation d'un amplificateur opérationnel à gain de boucle très élevé, malgré la présence d'une résistance de conversion élevée nécessaire à la sensibilité du système, assure une résistance équivalente de charge de la photodiode faible, et permet ainsi d'assurer une bonne linéarité de la transformation des signaux optiques en signaux électriques ; le choix des caractéristiques (courant de polarisation, courant de bruit, tension d'offset, courant d'alimentation) et du type de l'amplificateur opérationnel choisi de préférence du type « Rail to rail », ainsi que le blindage et le choix de composants passifs de bonne qualité, permet d'assurer une linéarité de l'ordre de 0,5 % sur 8 décades dans une plage de température allant de -25°C à +70°C et permet d'alimenter le montage du détecteur sous une faible tension d'alimentation, par exemple de l'ordre de 2 à 3 volts, et d'assurer une consommation et une puissance dissipée très faible qui concourt à la pérennité du fonctionnement dans le temps, permet d'éviter des dérives dues au vieillissement et d'assurer une durée de vie élevée du montage.

Par ailleurs, afin de remédier aux défauts de linéarité de la fonction de transfert courant-flux lumineux de la diode électroluminescente, et pour garantir une dynamique suffisante, plutôt que de moduler en fréquence une porteuse qui constituerait une solution plus complexe et pour garantir une linéarité et une stabilité en température, on linéarise le flux lumineux émis en fonction du courant délivré à la diode électroluminescente, en associant à la diode un

récepteur chargé de mesurer le flux lumineux effectivement émis par la diode et en utilisant le signal de mesure du flux lumineux dans une boucle de contre-réaction négative, afin de linéariser et de stabiliser le fonctionnement de l'ensemble, ce qui permet d'utiliser la fibre optique en bande de base ; cette solution permet en outre de remédier aux dégradations des caractéristiques de la diode électroluminescente dues à son vieillissement et entraînées par les phénomènes de dissipation thermique inhérents à ce type de composants.

A cet effet, l'asservissement de la diode électroluminescente s'effectue sur le flux lumineux effectivement émis et non sur le courant délivré à la LED ; la consigne est comparée à la mesure du flux lumineux transmis à la fibre et mesuré par la photodiode associée à l'émetteur, laquelle photodiode de préférence est de préférence raccordée à un dispositif de détection comparable ou similaire à celui utilisé pour le détecteur ; l'erreur de linéarité, notamment du flux lumineux par rapport à la consigne de courant est compensée par un amplificateur d'asservissement en ajustant le courant délivré à la LED et permet de tenir compte automatiquement des dérives de la fonction de transfert de la LED (non linéarité, vieillissement) ; la mesure du flux lumineux effectivement délivré par la diode électroluminescente est de préférence effectuée par une photodiode de type PIN qui est intégrée mécaniquement dans le boîtier émetteur ; cette solution permet de s'affranchir de perturbations et de parasites optiques, permet d'obtenir une prise de mesure du flux lumineux simple en utilisant les pertes de couplage optique entre la diode électroluminescente et la fibre optique plastique associée à la diode électroluminescente dont une extrémité est fixée dans le prolongement de celle-ci, et donc sans modifier le bilan énergétique de la liaison optique entre la diode électroluminescente et l'extrémité de la fibre optique ; un tel dispositif permet d'obtenir un montage compact et de limiter le bruit et la qualité de la mesure du flux lumineux ; le système ainsi réalisé permet d'obtenir un émetteur stable dont les défauts de linéarité peuvent être inférieurs à 1 % sur 5 décades entre -25°C et +70°C et qui est insensible au vieillissement de la diode

électroluminescente ; un point de fonctionnement choisi pour utiliser une tension d'alimentation de l'ordre de 3 volts et nécessitant une intensité d'alimentation faible, par exemple de l'ordre de 3 milliampères ou inférieure, permet d'obtenir de très faibles dissipations thermiques, des points de fonctionnement très bas et par conséquent une durée de vie très longue.

Un tel dispositif d'isolement galvanique entre deux boîtiers ou équipements reliés par une telle liaison de transmission de signaux, permet d'assurer notamment une liaison téléphonique entre deux points distants de 100 mètres dont les potentiels électriques peuvent être différents de 750 000 volts ; la bande passante utile peut s'étendre de 15 à 40 000 hertz par exemple, ce qui permet de transmettre des signaux de fréquence audio, dont la fréquence est généralement comprise entre 300 hertz et 3 400 hertz, ainsi que des signaux de contrôle dont les bandes de fréquence sont centrées par exemple sur 50 hertz et sur 12 kilohertz ; la dynamique du système est supérieure à 60 décibels et la distorsion inférieure à 5 %, de préférence inférieure ou égale à 2 %. Un des boîtiers peut être alimenté par le réseau téléphonique commuté et sa consommation doit être par conséquent aussi faible que possible, par exemple correspondant à une intensité de l'ordre de 5 milliampères sous une tension de 8 volts ; le système de transmission de signaux téléphoniques est complété par une interface téléphonique à faible consommation ; un système intégré de contrôle du fonctionnement du transmetteur peut être commandé par un circuit microcontrôleur de type RISC chargé des fonctions de péréphérie (génération de la sonnerie côté terminal, surveillance du décroché, numérotation, prise de ligne) et du réglage automatique du point de fonctionnement des fibres de transmission et des émetteurs et récepteurs optoélectroniques associés, pour contrôler le flux lumineux transmis et les gains de réception et d'émission notamment, en fonction de la longueur de fibre utilisée entre les deux boîtiers.

Ceci peut permettre de compenser les pertes importantes produites par les fibres qui peuvent varier d'une installation à l'autre et

même d'une fibre à l'autre, et qui varient en outre avec la température ambiante et dans le temps.

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention seront compris au travers de la description suivante qui se réfère aux dessins annexés, qui illustrent sans aucun caractère limitatif des modes  
5 préférentiels de réalisation de l'invention.

Dans les dessins, les éléments identiques ou similaires portent, sauf indication contraire, les mêmes références d'une figure à l'autre.

La figure 1 illustre schématiquement les principaux composants  
10 d'un dispositif de transmission de signaux analogiques conforme à l'invention qui comporte un émetteur situé dans un premier boîtier relié par une fibre optique plastique à un deuxième boîtier comportant un récepteur.

Les figures 2 à 6 illustrent un boîtier d'un émetteur  
15 optoélectronique conforme à l'invention qui est apte à être équipé d'un récepteur optoélectronique de contrôle du flux lumineux émis par l'émetteur et qui comporte des moyens de solidarisation mécanique de l'émetteur, du récepteur et d'une extrémité d'une fibre optique plastique pour la transmission du signal lumineux délivré par  
20 l'émetteur ; les figures 2, 4, 5 et 6 sont des vues respectives selon II, IV, V et VI de la figure 3.

La figure 7 illustre l'utilisation d'un dispositif conforme à l'invention dans un dispositif de transmission bidirectionnelle de signaux analogiques entre un réseau téléphonique commuté et un poste  
25 (terminal) d'abonné.

La figure 8 illustre schématiquement le (ou les) mode(s) de fonctionnement d'une photodiode dans un détecteur conformément à l'invention.

Par référence aux figures 1 et 7, l'invention s'applique à la  
30 transmission par des fibres optiques plastiques 1, 2 de signaux lumineux analogiques entre un premier boîtier ou équipement 3 et un deuxième boîtier ou équipement 4 éloignés l'un de l'autre ; le boîtier 3 est équipé d'un émetteur 5 qui comporte à l'intérieur d'un boîtier comme celui

illustré aux figures 2 à 6, une diode électroluminescente 7 apte à émettre un flux lumineux variable qui sera guidé par la fibre optique plastique 1, en réponse à un signal électrique appliqué aux bornes de la diode ; le boîtier émetteur 5 reçoit une photodiode 19 de type PIN qui capte une  
5 partie (les pertes, par réflexion notamment) du flux lumineux émis par la diode électroluminescente 7, et qui délivre en réponse un courant appliqué aux bornes d'un amplificateur opérationnel 20 monté dans une boucle de contre-réaction négative et qui sert à asservir le flux lumineux effectivement émis par la diode électroluminescente 7, pour délivrer un  
10 flux lumineux variable en fonction du signal analogique d'entrée 25 (qui est le signal à transmettre du boîtier 3 au boîtier 4) appliqué à l'entrée d'un amplificateur opérationnel 24 pilotant la diode électroluminescente 7 ; L'AOP 20 de la figure 1 est optionnel, il n'est nécessaire que pour des modes d'excitation à très faible niveau de la  
15 diode 7; le flux lumineux transmis par la fibre optique plastique 1 est détecté par une photodiode 8 prévue dans un récepteur 6 du boîtier 4, qui est le cas échéant polarisée par une source 23 d'une tension de polarisation, le courant délivré par la photodiode 8 étant appliqué aux entrées d'un amplificateur opérationnel 21 monté en transimpédance, et  
20 transformant le courant délivré par la photodiode 8 en une tension présente sur sa borne de sortie 210 ; à cet effet et afin d'exploiter la photodiode 8 dans un mode photo-ampèremétrique, une résistance 22 est montée en parallèle avec l'amplificateur 21 entre son entrée positive et sa borne de sortie 210 ; la valeur de cette résistance est du même  
25 ordre de grandeur que la valeur du gain en boucle ouverte de l'amplificateur, de sorte que l'impédance du montage est faible, cette impédance étant égale au rapport du gain en boucle ouverte de l'amplificateur 21 à la valeur de la résistance 22, laquelle impédance résultante est de l'ordre de 1 à 10  $\Omega$ .

30 Le fonctionnement de la photodiode de type PIN utilisée comme détecteur dans le boîtier 4 est illustré schématiquement à la figure 8, dans laquelle l'axe des abscisses représente la tension et l'axe des ordonnées représente l'intensité du courant circulant dans la

photodiode 8 ; cette photodiode a de manière connue des courbes caractéristiques repérées C1, C2 et C3, variables en fonction de l'éclairement reçu (de l'intensité du flux lumineux reçu) par la diode 8 ; conformément à l'invention, on utilise la diode 8 en l'associant à une  
5 impédance de sortie de valeur faible, de manière à déterminer une droite de charge telle que D2 qui passe par l'origine commune des axes et dont la pente est très élevée par comparaison avec une impédance de sortie qui serait plus élevée et qui produirait une pente telle que celle de la droite de charge repérée D3 qui correspond à un mode d'utilisation  
10 habituellement appelé photovoltaïque ; de préférence, on peut utiliser successivement la diode dans un mode dit photo-ampèremétrique correspondant à la droite de charge D2, puis dans un mode photoconducteur correspondant à la droite de charge D1 sensiblement parallèle à D2 ; dans ce mode, l'impédance est inchangée mais  
15 l'application par le dispositif 23 d'une tension de polarisation 26 décale la droite D2 en D1 (vers la gauche sur la figure 8) ; l'utilisation de l'un ou l'autre de ces modes de fonctionnement, peut être dicté pour améliorer la sensibilité et/ou diminuer la consommation du dispositif.

Par référence aux figures 2 à 6, le boîtier 15 d'émetteur  
20 optoélectronique peut se présenter sous la forme d'un bloc de forme parallélépipédique muni de plusieurs cavités ; une première cavité 9 cylindrique d'axe 12 débouche par une première extrémité sur une face 15A du boîtier 15 et communique par sa deuxième extrémité 91 avec une deuxième cavité 11 cylindrique d'axe longitudinal 12 qui est apte à  
25 recevoir, comme illustré sur la figure 3, l'extrémité d'une fibre optique plastique 1 s'étendant selon ledit axe 12, sensiblement jusqu'à l'interface de communication entre les deux cavités 9 et 11 qui sont de préférence coaxiales.

La partie de la fibre optique plastique 1 qui s'étend au voisinage  
30 de son extrémité à l'intérieur de la cavité 11 du boîtier 15, peut être solidarisée avec le boîtier par pincement de la fibre entre deux parties 15D et 15E du boîtier 15, qui peuvent être rapprochées l'une de l'autre selon un axe 15F perpendiculaire à un plan 15G selon lequel s'étend une

fente 15H s'étendant entre lesdites parties 15D et 15E, à la manière des mâchoires d'un étau, par action sur une vis ou analogue prenant appui sur la partie 15D par exemple, et vissée dans un trou taraudé 15I s'étendant selon ledit axe 15F ; la diode électroluminescente destinée à être logée dans la cavité 9 et la photodiode de contrôle destinée à être logée dans la cavité 10 sont destinées à être solidarisées au boîtier par des moyens connus tels que par une frette ou par collage ; de préférence, les faces internes des cavités 9, 10 et 11 sont traitées ou conçues de sorte à présenter un pouvoir réfléchissant faible, particulièrement dans les longueurs d'ondes utilisées, à l'exception d'une partie 92 de la face interne de la cavité 9 qui est située dans le prolongement selon l'axe 13 de la cavité 10, pour favoriser une réflexion des fuites de lumière émises par la diode électroluminescente, en direction de la cavité 10, et donc pour favoriser le couplage optique de la photodiode de contrôle avec les fuites de lumière délivrées par la diode électroluminescente logée dans la cavité 9.

Le boîtier 15 du transducteur électronique peut intégrer en outre l'amplificateur monté en transimpédance qui traite les signaux délivrés par la photodiode de contrôle, conformément à la figure 1.

Dans un exemple préféré de réalisation, on utilise :

- des photodiodes proposées par la Société SIEMENS sous la référence BPW 34,

- des diodes électroluminescentes proposées par la même Société sous la référence SFH 756,

- des amplificateurs opérationnels proposés sous la référence LT 1112/ LT 1114 par la Société LINEAR TECHNOLOGY,

- des fibres optiques plastiques proposées sous l'appellation ESKA EXTRA par la Société MITSUBISHI.

Par référence à la figure 7, chacun des premier boîtier 3 et deuxième boîtier 4 comporte de façon connue :

- un circuit duplexeur 30 (également appelé 2 Fils / 4 Fils), qui est chargé de mixer sur un lien unique deux signaux de direction opposée ; ce circuit doit éviter la réinjection des signaux entrant sur ceux



sortants. L'optimisation de cette fonction est obtenue par une modélisation correcte de l'impédance du lien (Z balance);

- un circuit 31, 32 de polarisation, qui est respectivement chargé d'alimenter le poste téléphonique 3, 17 et l'électronique d'interface 4 à la ligne 18 en respectant les normes de téléphométrie (courant et tension de ligne, impédance caractéristique) ;

- un circuit détecteur 33 de sonnerie (également appelé TONE RINGER), qui assure la reconnaissance du signal de sonnerie (contrôle des caractéristiques Fréquence-amplitude) et génère l'alimentation et le signal d'identification associés ; ce circuit doit également respecter les normes de téléphométrie (impédance, distorsion) ;

- un circuit 34 coupleur de ligne, qui assure l'intégration de toutes les fonctions précédentes, gère les gains des différentes voies de signaux (émission, réception, calibration), l'analyse et la commutation des états de ligne et les protections électriques.

Le boîtier 3 raccordé au terminal 17 par la liaison 35 comporte un circuit générateur 36 de sonnerie, qui fournit le signal 50 hertz cadencé haute tension nécessaire à l'activation du générateur sonore du poste téléphonique 17, conformément aux normes de téléphométrie.

Les différents modes de fonctionnement du dispositif sont les suivants :

- à l'état de repos (ligne non prise ou non bouclée) : l'équipement 4, 3, 17, n'est pas connecté à la ligne 18 téléphonique. Il ne doit pas consommer plus de 20  $\mu$ A. Seul le récepteur 6 du boîtier 4 (côté ligne) est polarisé par le circuit 32 en mode photo conducteur grâce à ce très faible courant. Il est ainsi prêt à passer à l'état communication (après appel entrant) ou appel sortant. L'interrupteur de prise de ligne 37 est ouvert ;

- lors d'un appel entrant, le signal de sonnerie, détecté par le TONE RINGER 33 active la polarisation 32 de l'émetteur 5, 7 du boîtier 4 ; un signal transmis par la fibre 2 et le récepteur 6, 8 du boîtier 3 est transmis au micro contrôleur RISC 16. Si les critères de rapport cyclique de l'appel sont remplis, le contrôleur 16 fera évoluer le

système vers l'état de communication établie (ligne prise ou bouclée, phonie transmise) en excitant le récepteur 6, 8 du boîtier 4 (par un signal émis par l'émetteur 5, 7 du boîtier 3 et transmis par la fibre 1) qui activera l'interrupteur de prise de ligne 37. Au préalable, le  
5 contrôleur 16 aura actionné le générateur de sonnerie 33 et vérifié la prise de ligne 36 côté poste 17 ;

- lors d'un appel sortant, le contrôleur RISC recopie le découpage effectué sur le courant du poste (détecteur du courant ligne 36) en excitant le récepteur 6, 8 du boîtier 4 (voir appel entrant) de façon  
10 synchrone (numérotation décimale) ou permanente (numérotation multi fréquence) ;

dans un mode de fonctionnement correspondant à un état de communication établie (ligne prise ou bouclée), à l'aide des deux duplexeurs 30, le lien phonique est établi entre la ligne 18 et le poste 17  
15 via les deux voies monodirectionnelles (5, 7, 1, 6, 8) et (5, 7, 2, 6, 8) respectivement, de transmission par fibres optiques 1, 2. Les circuits 31, 32 polarisent d'un côté le poste téléphonique, de l'autre émetteur 5, 7 et le récepteur 6, 8 (en mode photoampéremétrie). Le contrôleur RISC surveille le courant côté poste 36, afin de revenir à l'état de repos lors  
20 d'un raccroché.

Le passage dans ce mode change la polarisation de la diode 6 du récepteur 8 du boîtier 4. Cette phase délicate est contrôlée par le coupleur de ligne 34.

Un autre mode de fonctionnement permet la calibration . Ce  
25 mode est transparent vis-à-vis de la ligne. Il n'existe qu'un très court instant, immédiatement après un appel sortant, ou entrant.

Dans ce mode, le contrôleur RISC active son générateur de calibration 38 et excite l'émetteur programmable 39. Un détecteur 43 de signal de calibration associé au récepteur 6, 8 du boîtier 4 active les  
30 interrupteurs de calibration 40. Le signal de calibration est ainsi rebouclé par l'intermédiaire d'un amplificateur 41 sur l'émetteur 5, 7 du boîtier 4 et n'est plus envoyé vers la ligne.

A l'aide des amplificateurs programmables 42, le contrôleur RISC règle le point de fonctionnement du système de telle sorte que, quelle que soit la longueur du lien par fibre optique, le gain des deux voies soit maintenu à une valeur prédéterminée, de manière à ce que  
5 l'équipement 3, 4 soit transparent aux signaux émis et reçus par la ligne téléphonique.

## REVENDICATIONS

1. Dispositif de transmission de signaux par fibres optiques (1, 2) entre deux équipements (3, 4) éloignés l'un de l'autre, caractérisé en ce que :

5 - au moins un premier équipement (3) comporte un émetteur (5) optoélectronique asservi, qui est muni d'une diode électroluminescente (LED) (7),

- au moins un deuxième équipement (4) comporte un récepteur (6) optoélectronique, qui est muni ou essentiellement constitué par une  
10 photodiode (8).

2. Dispositif suivant la revendication 1, dans lequel ladite ou lesdites fibre(s) optique(s) est (sont) en matière plastique, et dans lequel ladite photodiode est de type PIN.

3. Dispositif suivant la revendication 1 ou 2, dans lequel ladite  
15 photodiode (8) est connectée à un organe convertisseur de courant en tension, essentiellement constitué par un amplificateur opérationnel (21) associé à une résistance (22) de contrôle de gain, ce qui permet d'obtenir une impédance de charge de la photodiode qui est inférieure à 100  $\Omega$ .

20 4. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel ledit émetteur (5) est muni d'une photodiode (8) de contrôle du flux lumineux émis par la diode électroluminescente (7), laquelle photodiode de contrôle est connectée à un amplificateur opérationnel (20) dont la sortie est appliquée à une borne d'un  
25 amplificateur opérationnel (24) alimentant l'émetteur (7) pour former une contre-réaction négative améliorant la linéarité, la stabilité et la dynamique de la transmission des signaux.

5. Transducteur optoélectronique asservi à semi-conducteur, caractérisé en ce qu'il comporte :

30 - un émetteur optoélectronique asservi essentiellement constitué par une diode électroluminescente (7),

- un récepteur optoélectronique essentiellement constitué par une photodiode (8),

- une cavité apte à recevoir une extrémité d'au moins une fibre optique, ladite photodiode étant disposée pour être sensible au flux lumineux émis par ladite diode électroluminescente, de manière à permettre de délivrer un signal de sortie de ladite photodiode qui est  
5 variable avec ledit flux lumineux.

6. Transducteur suivant la revendication 5, dans lequel ladite photodiode est de type PIN et ladite fibre optique est en plastique.

7. Transducteur suivant la revendication 5 ou 6, qui comporte un boîtier (15) muni d'au moins trois cavités (9, 10, 11), à savoir  
10 notamment :

- une première cavité (9) apte à recevoir ledit émetteur (7),
- une deuxième cavité (10) apte à recevoir ledit récepteur (8),
- une troisième cavité (11) apte à recevoir l'extrémité d'une fibre optique, lesquelles première et deuxième cavité communiquent entre  
15 elles, et lesquelles première et troisième cavité communiquent également entre elles.

8. Transducteur suivant la revendication 7, dans lequel lesdites cavités (9, 10, 11) sont en forme de logement cylindrique débouchant sur une face au moins du boîtier, dans lequel lesdites première et  
20 troisième cavités sont alignées et/ou coaxiales, et dans lequel ladite deuxième cavité est sensiblement perpendiculaire auxdites première et troisième cavités.

9. Transducteur suivant l'une quelconque des revendications 7 ou 8, dans lequel ledit boîtier est réalisé en métal et/ou en matière  
25 plastique et est muni de premières zones ou parties traitées dans la masse ou en surface pour assurer une réflexion minimale du flux lumineux émis par ladite diode électroluminescente et est doté de deuxièmes zones ou parties traitées en surface et/ou dans la masse pour assurer une réflexion maximale dudit flux lumineux émis par ladite  
30 diode électroluminescente.

10. Dispositif ou interface de raccordement de terminaux à un réseau de télécommunication, particulièrement pour un réseau téléphonique commuté de type analogique, qui comporte :

- un premier boîtier (3) apte à être raccordé à un terminal et un deuxième boîtier (4) apte à être raccordé audit réseau, chacun desdits premier et deuxième boîtiers étant équipé d'un émetteur (5) essentiellement constitué par une diode électroluminescente (7) et d'un  
5 récepteur (6) essentiellement constitué par une photodiode (8),

- un support de signaux lumineux (1, 2) reliant lesdits premier et deuxième boîtiers, comportant au moins deux fibres optiques, caractérisé en ce que lesdits émetteurs (5) sont asservis.

11. Interface suivant la revendication 10, dans laquelle l'un au  
10 moins desdits premier ou deuxième boîtiers comporte un contrôleur numérique (16), dans lequel lesdites fibres optiques sont en plastique et dans laquelle lesdites photodiodes sont de type PIN.

12 Interface suivant l'une quelconque des revendications 10 ou 11, qui comporte un générateur (38) de signaux de contrôle, un moyen  
15 d'émission desdits signaux de contrôle par un émetteur dudit premier boîtier, un dispositif de détection desdits signaux de contrôle transmis par lesdites fibres optiques et de renvoi desdits signaux de contrôle détectés par le récepteur du deuxième boîtier à destination du premier boîtier, et un moyen de modification du gain d'un amplificateur (42) de  
20 l'émetteur et du récepteur du premier boîtier.

13. Interface suivant l'une quelconque des revendications 9 à 11, dans laquelle la longueur desdites fibres optiques plastiques est comprise entre 5 et 500 mètres, et dans laquelle l'un au moins des boîtiers est alimenté sous une tension inférieure à 10 volts et dont la  
25 consommation est inférieure à 50 milliwatts.

14. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 10 à 13, qui comporte une source (23) de polarisation fournissant une tension de polarisation variable ou commutée, ce qui permet de passer d'un mode d'utilisation de la photodiode de type photoconducteur à un  
30 deuxième mode d'utilisation de la photodiode du type photovoltaïque.

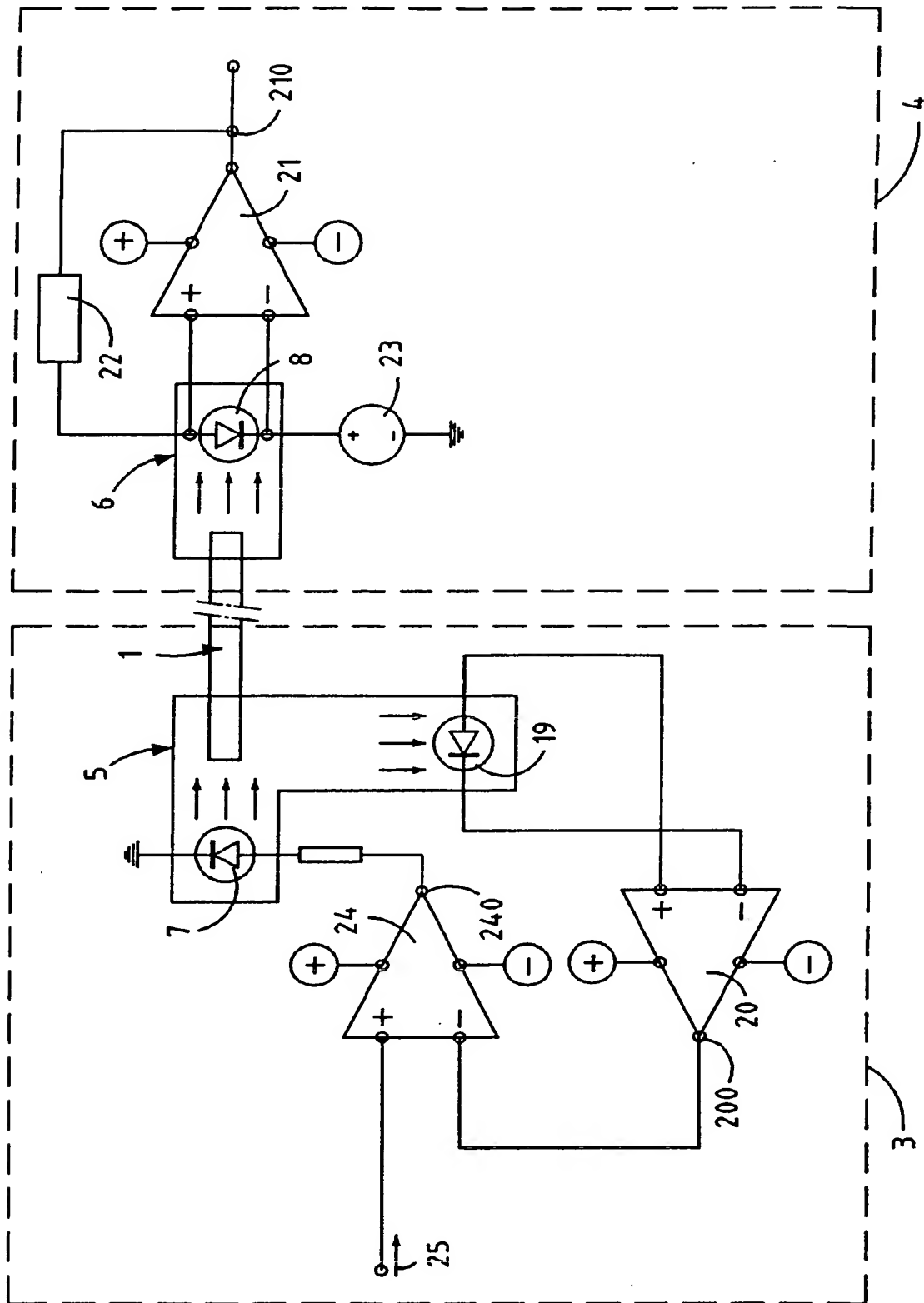


FIG.1

FIG.2

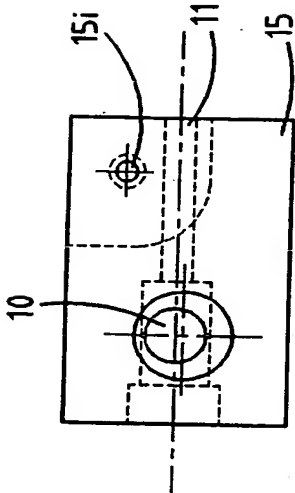


FIG.6

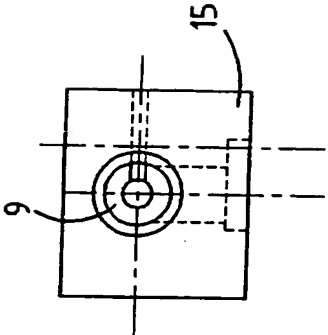


FIG.4

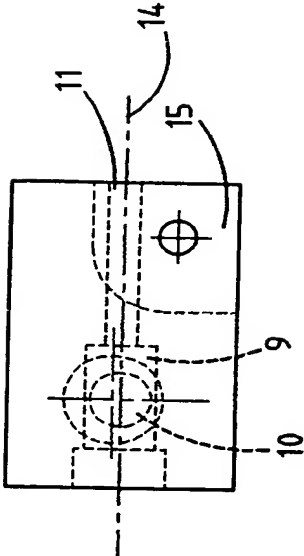


FIG.3

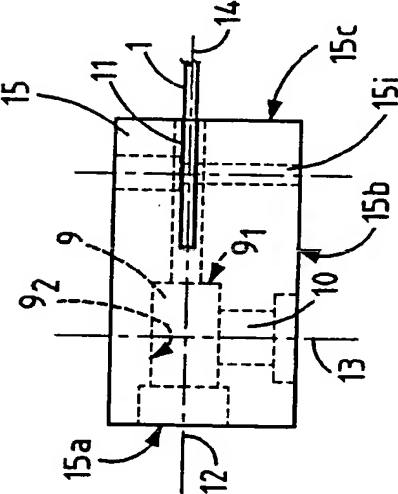


FIG.5

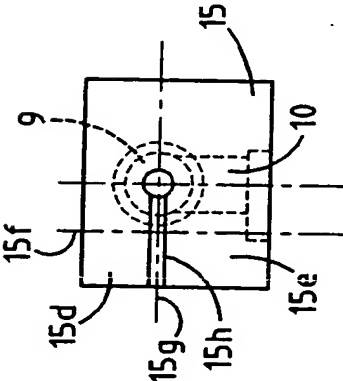
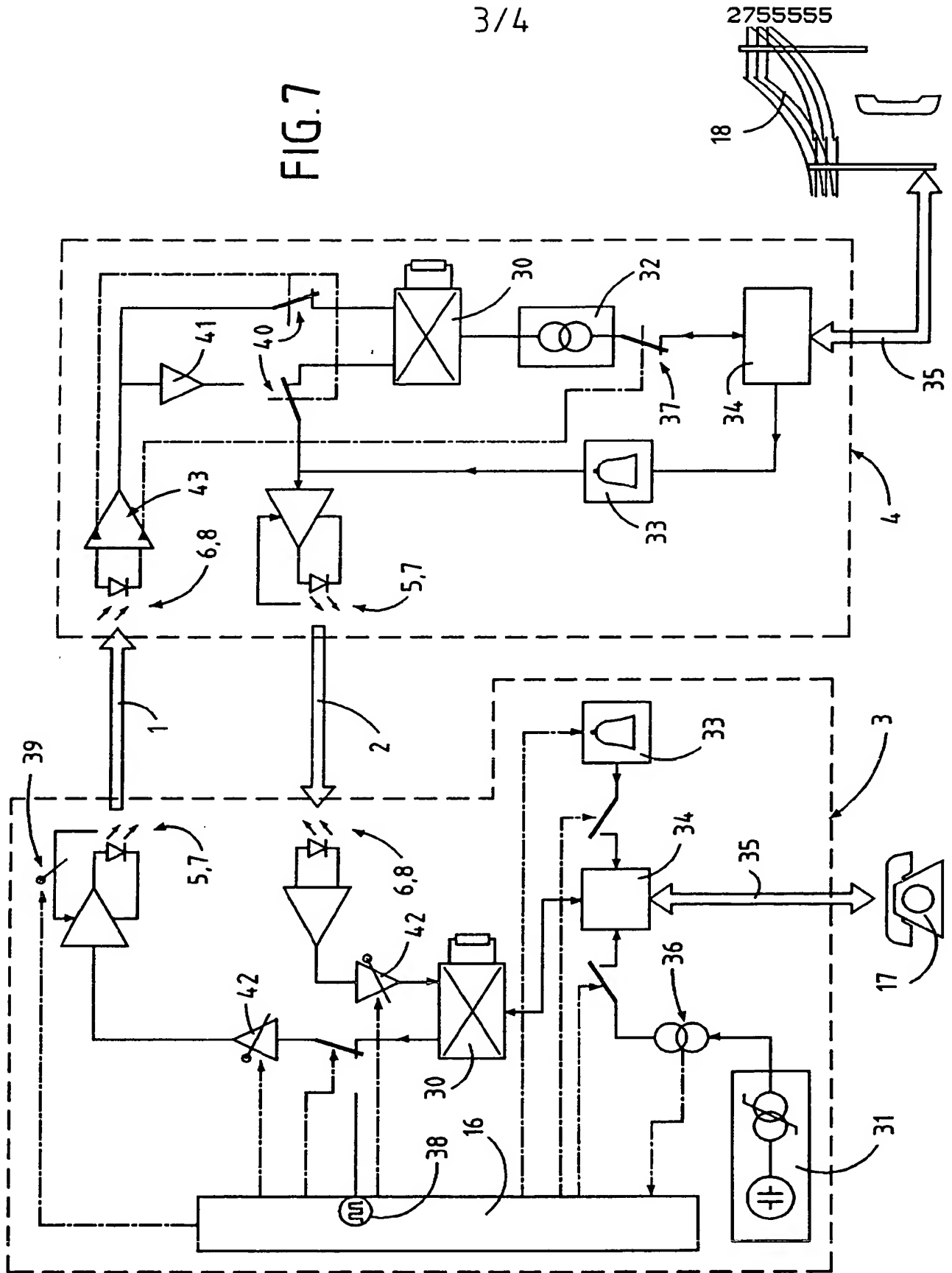




FIG. 7



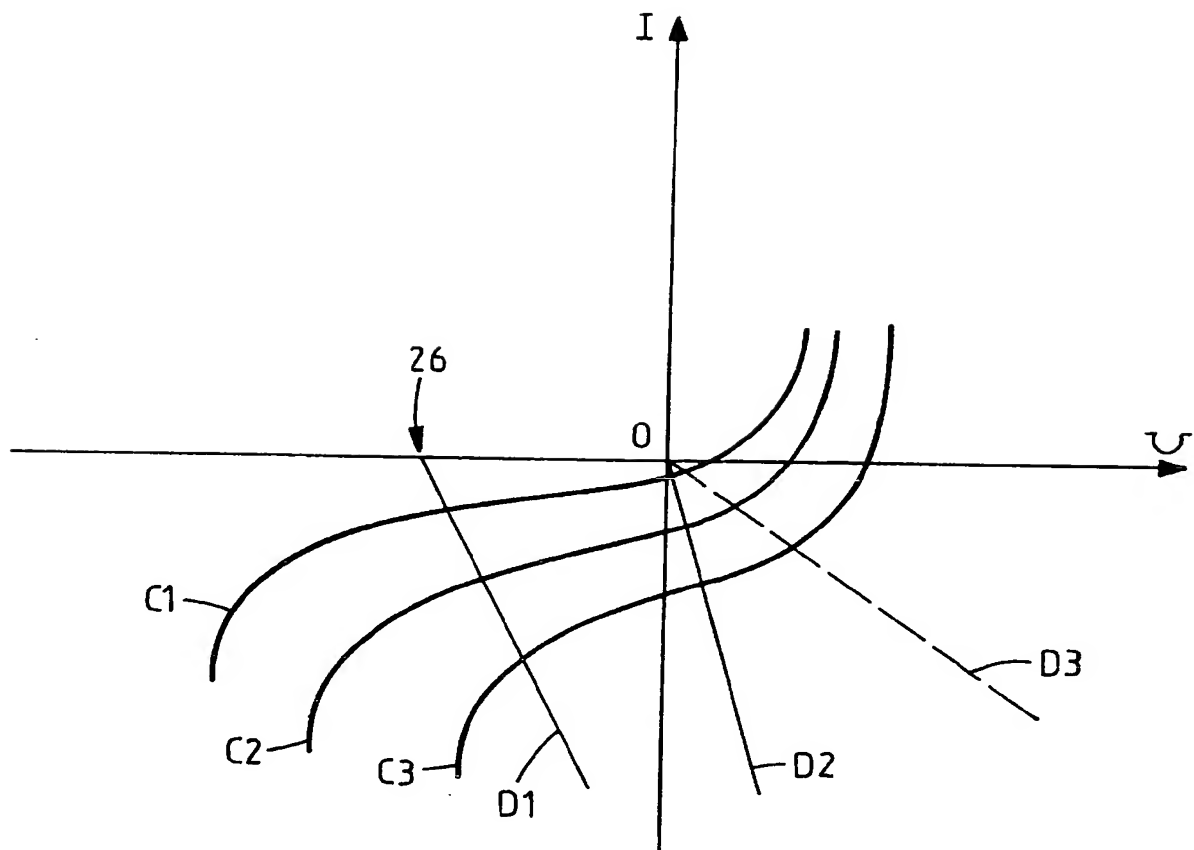


FIG. 8

## INSTITUT NATIONAL

RAPPORT DE RECHERCHE  
PRELIMINAIREde la  
PROPRIETE INDUSTRIELLEétabli sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la rechercheFA 535409  
FR 9613710

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 096, no. 005, 31 Mai 1996 & JP 08 023307 A (HITACHI LTD; OTHERS: 01), 23 Janvier 1996, * abrégé *	1
Y	---	2-6
Y	US 5 013 903 A (KASPER BRYON L) 7 Mai 1991 * colonne 2, ligne 25 - ligne 56; figure 2 *	2,3
Y	---	4-6
Y	US 4 625 105 A (HENTSCHEL CHRISTIAN ET AL) 25 Novembre 1986 * abrégé; figures 1,2 * * colonne 3, ligne 10 - colonne 4, ligne 9 *	
X	---	1
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015, no. 278 (P-1227), 15 Juillet 1991 & JP 03 095426 A (SONY CORP), 19 Avril 1991, * abrégé *	2,3
Y	---	3
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 225 (P-484), 6 Août 1986 & JP 61 061019 A (KYOCERA CORP), 28 Mars 1986, * abrégé *	2
Y	---	
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014, no. 503 (P-1126), 2 Novembre 1990 & JP 02 207204 A (HONDA MOTOR CO LTD), 16 Août 1990, * abrégé *	
	---	
	-/--	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
8 Juillet 1997		Goudelis, M
<b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b> X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... & : membre de la même famille, document correspondant		

1

EPO FORM 1503 01.02 (P04C11)

**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRELIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

2755555

N° d'enregistrement  
national

FA 535409

FR 9613710

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	EP 0 433 481 A (SIEMENS AG) 26 Juin 1991 * colonne 2, ligne 43 - colonne 3, ligne 14; figure 1 *  -----	10,12
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
Date d'achèvement de la recherche <b>8 Juillet 1997</b>		Examinateur <b>Goudelis, M</b>
<p><b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>		

1

EPO FORM 1503 03.02 (P/C13)